

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 14 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500049

研究課題名(和文) オフショア・ソフトウェア開発支援のためのリスク管理

研究課題名(英文) Risk Management for Offshore Software Develop,emt

研究代表者

辻 洋 (TSUJI, HIROSHI)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：50347506

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：オフショアソフトウェア開発を支援するため、リスク定量化技術とステップワイズに開発管理能力を向上するための知識管理技術を構築し、社会実験を通して有効性を評価した。基本的なアイデアは、開発プロセスの適切性を示す評価軸を12個とそれぞれの軸にメモリとして4～5の水準を設け、発注者が(いつの時点で、どの評価軸の、どのレベルにあるか)を三つ組みで表し、成長記録からリスクを評価・管理するものである。多次元データベースをハンドリングするOLAP技術と順序関係のデータ群から制約構造を抽出するISM法を参考に、実験用のプログラムを実装した。その実装プログラムを用いて78件のデータで分析を行った。

研究成果の概要(英文)：To support offshore software development, this research proposes the knowledge management technology for evaluating risk and evaluates the proposed method based on social experiment. Preparing twelve capability axes in development process and their levels, the proposed method stores the growth log and analyzes the risk hidden in the log where growth log includes three pieces (capability axis, its level, achieved date). Based on OLAP (On Line Analytical Program) for multi-dimensional database and ISM (Interpretive Structural Modelling) for hierarchy analysis), this research develop new algorithm for growth log analysis. Applying the implemented algorithm to the collected seventy eight samples, potential risk in data was found.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・ソフトウェア

キーワード：リスク管理 オフショア・ソフトウェア開発 国際研究者交流 国際情報交換 データマイニング 知識管理 成熟度モデル

1. 研究開始当初の背景

コンピュータソフトウェアの開発は、国内企業での生産から、インド・中国・ベトナムの海外企業との協力によるグローバル開発（オフショア開発と呼ばれる）に大きく変わりつつあった。この傾向は欧米の先進諸国でも見られ、古くは米国がインドの会社に発注する上でリスク軽減のために、会社の能力を成熟度として表す CMM (Capability Maturity Model) が知られていた。

しかし、この CMM の研究以降、オフショア開発に関する学術的な研究はほとんどなされていない。このことは、B. Mayer により “Unspoken Revolution in Software Engineering” という IEEE COMPUTER (2005) の記事で指摘されている。つまり、世界中のソフトウェア開発でオフショア開発という革命が起こっているにも関わらず、学会ではまったく殆ど論じられていなかった。B. Mayer は、この論文でオフショアソフトウェア開発の国際会議開催 SEEAFOOD を提唱し、2007 年以降、年に一度開催を続けている。応募者は同会議に論文を発表するとともにプログラム委員として、この分野の立ち上げに寄与してきた。

応募者がオフショア開発の研究に興味をもったのは 2003 年の A. Tiwana 氏 (当時、Emory 大学：知識管理が専門) との出会いに始まる。氏は、米国で発注企業の発注先に対する嗜好を調査しており、応募者と氏が中心になり、日米の発注管理の差異を共同で調べる産学連携プロジェクトを提案 (コンジョイント分析・構造方程式モデリングなど) したところ採択になった。このプロジェクト成果については電子技術産業協会など企業、学会に関心を引いていた。

その後、発注企業だけでなく、受注企業の視点について調べるプロジェクトも採択となり、これらの産学連携プロジェクトの成果に関して、情報処理学会、システム制御情報学会に解説記事を招待された。さらに国際シンポジウムの基調講演を実施したほか、A. Tiwana 氏 (現アイオワ州立大学) との日米の比較に関する共同考察は CACM (Communication of ACM) 誌に掲載された。

このように、研究着手時において、オフショア開発を成功に導くためのエンジニアリングアプローチに成熟度の考え方と知識管理の考え方を融合することが求められていた。

2. 研究の目的

オフショア開発における諸課題の解決を経営工学的・管理工学的・ビジネス科学的発想で取り込むことが重要であると考えた。このような学際的な発想は、ソフトウェアの生産効率向上・品質向上などを実現することを目的としてなされるものであり、本課題では、特に

[発注側成熟度モデル] 業界に対するインタビューを通じて、組織・エンジニア特性 (開発管理の成熟度) を中心に、合理的なオフショア・ソフトウェア開発プロセス・モデルを構築する、

[リスク評価・低減モデル] 開発に伴うデータを収集し、組織・エンジニアの成熟度を判定し、成熟度の順序関係の制約を抽出するとともに抽出した制約からリスクを診断したり認識するモデルを構築する、

[小規模社会実験を通じた評価] 開発したモデルを Web システムとして実装し、エンジニアの協力を得て評価するという 3 点を目標とした。

3. 研究の方法

- (1) 業界に対するインタビューと文献調査を通じて、組織・エンジニア特性を中心に、オフショア・ソフトウェア開発の成熟度の軸を定義した。
- (2) 提示した成熟度の軸ごとに 4 ~ 5 の水準を定義し、(成熟度、水準、達成時期) の三つ組みで成長履歴を表現した。達成時期に関しては過去の実績のみならず、将来の目標も含めた。
- (3) 表現した三つ組みに関して、Web 調査会社を利用して 200 社の成長履歴を収集した。データのコントロールパラメータとして委託先の国、ソフトウェア種別などを用意した。
- (4) 収集したデータから知識を発見するデータマイニングを実施した。著名な二つの手法を基盤として、独自の方法をアドオンする方針とした。

4. 研究成果

- (1) 成熟度を管理するソフトウェア SPICE を設計し、実装した。SPICE は (成熟度、水準、達成時期) をデータベースに蓄積する。SPICE の全体構成は下図のとおりである。

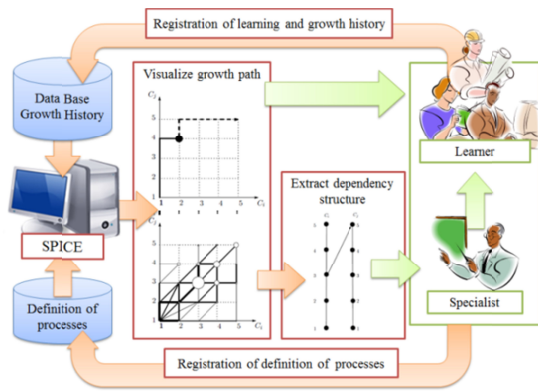


図 成熟度管理 SPICE の全体構成

(2) オフショア・ソフトウェア開発に関する成熟度として12の軸とそれらに対する水準を定義し、SPICEに登録した。定義した成熟度およびその中の水準の例は下表のとおりである。

表 オフショアソフトウェアの成熟度

#	Capability	Level
1	Development status of offshore software development	1 ~ 5
2	The purpose of setting offshore software development	1 ~ 5
3	The suitability for offshore software development	1 ~ 5
4	Selection criteria for offshore destination	1 ~ 5
5	How to create and evaluate estimation of projects for offshore software development	1 ~ 5
6	Analysis of differences between estimations and actual cost in a project	1 ~ 5
7	Contract system for commission of offshore software development	1 ~ 5
8	Creating a definition of the requirements for offshore, and evaluating it	1 ~ 5
9	Prior agreement on changes to the specification of offshore software development	1 ~ 5
10	Way of communication and execution plan	1 ~ 5
11	Progress management of offshore software development	1 ~ 5
12	Risk Management and problems of offshore software development	1 ~ 5

表 開発状況の水準の例

Level	Details of capability item
1	Not defined
2	Beginning to test experimentally
3	Seeking to benefit from the failure experience by feel
4	Going to be aware of the benefits based on the experience of failure and success
5	Strategically selected whether or not to offshore

software development by considering the risk

(3) オフショアを実施しているプロジェクトマネージャ 200 名に対して、2005 年～2014 年まで年次ごとにどの軸のどの水準にあったかのアンケート調査を行った。収集結果を慎重に分析し、78 件の有効データを抽出した。データの概要は次の表のとおりである。

表 社会実験用に収集したデータ概要

#	Question	Answer	People
1	What is your sex?	Man	74
		Woman	4
2	What is main contractors of offshore software development? (Multiple answers allowed.)	China	69
		India	33
		Vietnam	6
		Order	5
3	What is main types of software on offshore software development? (Multiple answers allowed.)	Middleware	15
		Customer application	53
		Embedded software	23
		Other	2
4	How long is the year experienced offshore software development?	Less than 5 years	44
		More than 5 years and less than 10 years	25
		Over 10 years	9
5	What is number of projects that were involved for offshore development?	Less than 10 projects	56
		More than 10 projects and less than 20 projects	12
		Over 20 projects	10

(4) 1 2 の成熟度の軸から2つの軸を取り出し、成熟履歴を可視化するソフトウェアを実装した。軸はOLAPの考え方で切り替えを行うことが可能である。また、上表の属性で対象をフィルタリングすることも可能である。可視化の例を次図に示す。

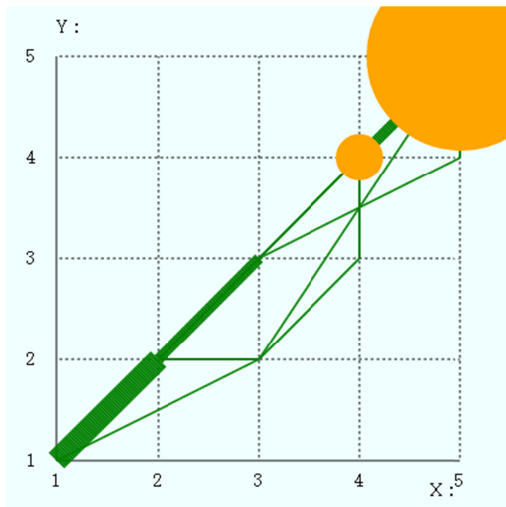
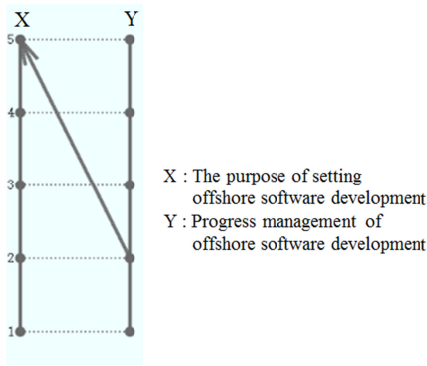


図 成熟度 2 軸による履歴の可視化



(5) 成熟度の軸の間で満たすべき制約があるかどうかを履歴データから抽出するアルゴリズムを考案し実装した。制約とは、「A の成熟度の水準 X に達成するには B の成熟度の水準 Y を先に達成しなければならない」という類のものである。この制約を上図のように視覚化するソフトウェアを実装した。

(6) 上記制約を一覧にして、収集したデータからいくつかの知見を得た。得られた知見は例えば次である。(制約一覧の可視化の例を右図に示している。実際の分析では拡大して実施する)

「4. オフショア先の選定基準」や「5. オフショア・ソフトウェア開発案件の見積もり作成・評価方法」、「6. 案件における見積もりと実際のコストの差異の分析」、「7. オフショア開発委託の際の契約体制」といった能力には優先関係がほとんど存在しない。

「2. オフショア開発の目的設定」と「3. オフショア開発の適正度」は他の能力との優先関係が多く見られるため、これらの能力を成熟させるにはこの優先関係を考慮する必要がある。

「2. オフショア開発の目的設定」のレベル 2「個々の案件ごとにその都度、考えている」という項目から他能力の上位レベルへの矢印が多いことから、オフショア・ソフトウェア開発に関して「2. オフショア開発の目的設定」のレベル 2 を優先して学習すべきである。

「3. オフショア開発の適正度」のレベル 5「判断基準のチェックリストが定量的に判断でき、適宜そのチェックリストを見直している」という項目への矢印が多いことから「3. オフショア開発の適正度」のレベル 5 に成熟するには「5. オフショア・ソフトウェア開発案件の見積もり作成・評価方法」、「6. 案件における見積もりと実際のコストの差異の分析」、「9. オフショア・ソフトウェア開発の仕様変更に関する事前取決め」、「11. オフショア・ソフトウェア開発の進捗管理」、「12. オフショア・ソフトウェア開発におけるリスク/問題管理」のそれぞれレベル 2 に成熟しておく必要がある。

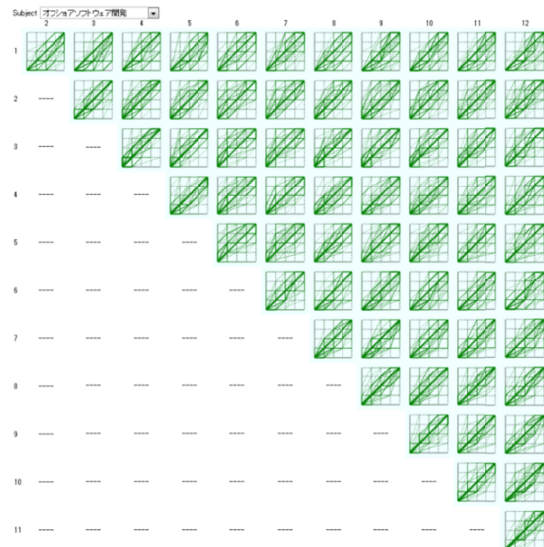


図 制約一覧の可視化の例

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件)

一ノ坪剛生、青木駿介、佐賀亮介、辻洋：成熟過程の可視化によるオフショアソフトウェア開発の分析、電学論 C, Vol.134, No.1, pp. 148-155 (2014) 査読有
Xiao-jun Shi, Shun-ming Zhang, H. Tsuji: Incentive-compatible payment contracting for software offshoring embedded with

trigger-option, Systems Engineering - Theory & Practice, Vol.33, No.11, pp. 2822-2830 (2013) 査読有

S. Aoki, R. Saga, T. Ichinotsubo, W. Niu, and H. Tsuji: Dependency extraction from growth trajectory using sequential pattern, 13th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies, i-KNOW, 2013, pp.1-6 査読有 DOI : 10.1145/2494188.2494197

H. Tsuji, R. Saga, A. Tiwana and D. Albert, Trajectory Mining on Capability Space - Its Concept and Potential Application, Proc. of 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-46), Vol.1, 2013, pp.3705-3713 査読有, <http://doi.ieee.computersociety.org/10.1109/HICSS.2013.572>

H. Tsuji, A. Sakurai and A. Tiwana, Capability Leapfrogging in the Japanese IT Services Industry, 2012 International Conference on Information Systems (ICIS) 2012, pp. 1-6 , 査読有, <http://aisel.aisnet.org/icis2012/proceedings/ResearchInProgress/23/>

Y. Nakamura, H. Tsuji, K. Seta, K. Hashimoto and D. Albert, Visualization of Learner's State and Learning Paths with Knowledge Structures, Lecture Notes in Computer Science, Vol.1, No.6884, 2011, pp.261-270, 査読有
DOI : 10.1007/978-3-642-23866-6_28

[学会発表](計7件)

辻 洋: 企業成長パス分析における飛躍的成長に関する考察、第5回横幹連合カンファレンス、pp486-487、2013年12月22日(香川県) 査読なし

青木 駿介、一ノ坪 剛生、牛 臥原、佐賀 亮介、辻 洋、Sequential Patternを用いた成長履歴からの依存関係の抽出、平成25年電気学会 情報システム研究会、2013年3月29日(東京都) 査読なし

A. Vella, D. Castel, H. Tsuji and R. Saga, Bias Effect on Interactive Spiral Conjoint Analysis, Asian Conference on Information Systems, 2012年12月6-8日, (Cambodia Siem Riup) 査読有

D. Castel, A. Vella, F. Wei, R. Saga and H. Tsuji, Diagnosis for Interactive Conjoint Analysis, International Conference on New Trends in Information Science, Service Science and Data Mining, 2012年10月22-24日, (Taiwan, Taipei) 査読有

一ノ坪 剛生、青木 駿介、佐賀 亮介、辻 洋、Chan Ratanak、Pen Chanveasna、オフショアソフトウェア開発成熟のためのプロセス整備状況の可視化、平成24

年電気学会 電子・情報・システム部門大会、2012年9月6-8日(青森県弘前市)
辻 洋、オフショア・ソフトウェア開発の軌跡と進化(基調講演)、オフショアビジネスシンポジウム関西2012(招待講演)、2012年5月11日(大阪府大阪市)
H. Tsuji: Trajectory Mining for Capability Enhancement Path - Its concept and applications, European - Japanese Symposium and Networking on Technology Enhanced Learning and Knowledge Management, 2011年9月16日, (Austria, Graz) 査読なし

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.cs.osakafu-u.ac.jp/mis/tsuji.html>

<http://www.cs.osakafu-u.ac.jp/mis/offshore/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

辻 洋 (TSUJI, Hiroshi)

大阪府立大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 5 0 3 4 7 5 0 6

(2)研究分担者

佐賀 亮介 (SAGA, Ryosuke)

大阪府立大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号: 1 0 5 0 9 1 7 8

(3)連携研究者

櫻井 彰人 (SAKURAI, Akito)

慶応大学・理工学部・教授

研究者番号: 0 0 3 0 3 3 3 9

Amrit TIWANA

米国・ジョージア大学・教授

研究者番号: 該当なし

Xiao-jun SHI

中国・人民大学・教授

研究者番号: 該当なし